

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



550 092

(43) 国際公開日  
2004 年 10 月 14 日 (14.10.2004)

PCT

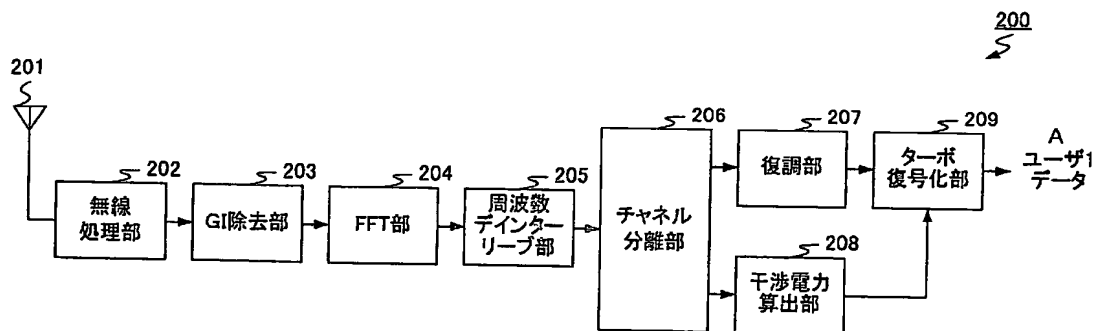
(10) 国際公開番号  
WO 2004/088892 A1

- (51) 国際特許分類<sup>7</sup>: H04J 11/00
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/004402
- (22) 国際出願日: 2004 年 3 月 29 日 (29.03.2004)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願2003-091748 2003 年 3 月 28 日 (28.03.2003) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 松下電器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒5718501 大阪府門真市大字門真1006番地 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 吉井 勇 (YOSHII, Isamu). 福岡 将 (FUKUOKA, Masaru).
- (74) 代理人: 鷺田 公一 (WASHIDA, Kimihito); 〒2060034 東京都多摩市鶴牧1丁目24-1 新都市センタービル5階 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC,

[続葉有]

(54) Title: OFDM RECEPTION DEVICE AND OFDM RECEPTION METHOD

(54) 発明の名称: OFDM受信装置及びOFDM受信方法



202...RADIO PROCESSING SECTION  
203...GI REMOVAL SECTION  
204...FFT SECTION  
205...FREQUENCY DEINTERLEAVE SECTION  
206...CHANNEL SEPARATION SECTION  
207...DEMODULATION SECTION  
208...INTERFERENCE POWER CALCULATION SECTION  
209...TURBO DECODING SECTION  
A...USER 1 DATA

(57) Abstract: An interference power calculation section (208) calculates an interference power value of each symbol by using an equation (interference power = average power not interfered + average power interfered) and notifies the calculated interference power value to a turbo decoding section (209). The turbo decoding section (209) calculates  $\sigma^2$  to be used for turbo decoding LLR, by using an equation ( $\sigma^2$  = thermal noise + interference power) according to the interference power value notified from the interference power calculation section (208), thereby modifying the  $\sigma^2$  for each symbol according to the interference power value of each symbol notified from the interference power calculation section (208).

[続葉有]

WO 2004/088892 A1



NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:  
— 国際調査報告書

— 請求の範囲の補正の期限前の公開であり、補正書受領の際には再公開される。

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約: 干渉電力算出部208は、計算式(干渉電力=干渉を受けていない部分の平均電力+干渉を受けている部分の平均電力)により各シンボルの干渉電力値を計算し、その計算した干渉電力値をターボ復号化部209に通知する。ターボ復号化部209では、干渉電力算出部208から通知された干渉電力値に基づいて、ターボ復号のLLRの計算に用いる $\sigma^2$ を、計算式( $\sigma^2$ =熱雑音+干渉電力)で算出することにより、干渉電力算出部208から通知されるシンボル毎の干渉電力値に基づいて $\sigma^2$ をシンボル毎に変更する。

## 明 細 書

## OFDM受信装置及びOFDM受信方法

## 5 技術分野

本発明は、OFDM信号のOFDM受信装置及びそれらの方法に関し、特に周波数ホッピング方式のOFDMシステムに用いられるOFDM受信装置に適用して好適なものである。

## 10 背景技術

従来、移動体通信システムにおいて、周波数ホッピングを適用したOFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) 方式が検討されている。周波数ホッピングを適用したOFDMシステムは、複数のセル間で異なるホッピングパターンを用いることにより、セル間の干渉を平均化して通信を行うようになっている。

15

周波数ホッピングOFDM方式を含むマルチキャリア方式を使用した移動通信システムでは、送信情報の符号化にターボ符号やLDPC (Low Density Parity Check : 低密度パリティ検査) 符号のように、軟判定値を利用したMAP (Maximum a posteriori : 最大事後確率) 復号を前提とした符号化方式が採

20

また、ターボ符号の復号処理では、伝送路がAWGN (Additive White Gaussian Noise : 加法性白色ガウス雑音) 環境であるものとして、以下に示す数式(1)によりLLR (Log Likelihood Ratio) が導出されている(例えば、松本 渉、落合 秀樹：「OFDM変調方式の応用」，トリケップス，WS

25 No. 216 (2001-10), pp. 80 参照)。

$$\begin{aligned}
 LLR(D_{\pi}(k)) &= \ln \left( \frac{P_0(D_{\pi}(k))}{P_1(D_{\pi}(k))} \right) \\
 &= \ln(P_0(D_{\pi}(k))) - \ln(P_1(D_{\pi}(k))) \\
 &= \ln \left( C \exp \left( -\frac{1}{2\sigma^2} (D_{\pi}(k) - \alpha(k))^2 \right) \right) - \ln \left( C \exp \left( -\frac{1}{2\sigma^2} (D_{\pi}(k) + \alpha(k))^2 \right) \right) \\
 &= \frac{2\alpha(k)D_{\pi}(k)}{\sigma^2}
 \end{aligned} \tag{1}$$

このように、数式（１）では、１つの符号単位で、雑音の分散は一定であるものとしている。

また、CDMA（Code Division Multiple Access）の環境では、他セルからの干渉が逆拡散によって白色化されるため、符号語内では、干渉がほぼ一定と考えられる。このため、雑音によるシンボルの分散を表す $\sigma^2$ は、 $\sigma^2$ ＝熱雑音＋干渉となり、１符号語内では同じと考えてもよい。

しかしながら、CDMAの環境では、他セルからの干渉が逆拡散によって白色化され、符号語内では干渉がほぼ一定と考えられるため、雑音によるシンボルの分散を表す $\sigma^2$ は１符号語内では同じと考えてもよいが、周波数ホッピングを適用したFH-OFDMの環境では、干渉がランダムに発生するため、 $\sigma^2$ が１符号語内で一定とすると、その際のMAP復号特性が十分に得られないという問題がある。

LLR値を算出する際に、熱雑音＋干渉が一定であるとする、 $\sigma^2$ を一定にできるため、図１に示す算出モデルを用いて算出することは問題ない。

しかし、FH-OFDM環境でシンボル毎に干渉電力が変化する場合、あるシンボルでは干渉電力が大きくなるため、図２に示す雑音電力が大きいときの算出モデルでLLRを算出することが正しいにも関わらず、図１の算出モデルでLLRを算出しているので、誤ったLLRを算出して、ターボ符号化の効果をも十分に発揮できないという問題があった。

また、他セル干渉を除去するため、干渉除去回路を受信装置に追加した場合は、シンボル毎にMMSE（Minimum Mean Square Error）等の重み係数がかかるため、 $\sigma^2$ が１符号語内で一定とすると、干渉は除去されるが、シンボル

毎に雑音電力が変化してしまうので、その際のMAP復号特性が悪くなり、ターボ符号化の効果を十分に発揮できないという問題があった。

#### 発明の開示

- 5      本発明は、これらの問題点を解決するものであり、シンボル毎に干渉電力の影響を反映させてLLRを正しく算出し、周波数ホッピングOFDM環境においてターボ符号化の効果を十分に発揮させるOFDM受信装置及びOFDM受信方法を提供することを目的とする。

- 10      本発明の一形態によれば、OFDM受信装置は、複数のセルから送信された周波数ホッピングOFDM信号を受信するOFDM受信装置において、前記周波数ホッピングOFDM信号の各サブキャリアからパイロット信号を抽出する抽出手段と、前記抽出手段によって抽出したパイロット信号から干渉部分電力と非干渉部分電力を算出し、該干渉部分電力と非干渉部分電力に基づいてシンボル毎の干渉電力を算出する干渉電力算出手段と、前記干渉電力算出手段によ
- 15      って算出したシンボル毎の干渉電力に基づいて、前記各サブキャリアのシンボルを復号する復号手段と、を具備する。

- 20      本発明の他の形態によれば、OFDM受信装置は、複数のセルから送信された周波数ホッピングOFDM信号を複数のアンテナによりダイバーシチ受信するOFDM受信装置において、前記各アンテナから受信した各周波数ホッピングOFDM信号のサブキャリアからパイロット信号を抽出する抽出手段と、前記抽出手段によって抽出したパイロット信号毎に干渉部分電力と非干渉部分電力を算出し、該干渉部分電力と非干渉部分電力に基づいてシンボル毎の干渉電力を算出する干渉電力算出手段と、前記抽出手段によって抽出したパイロット信号毎に信号対干渉電力比を算出する電力比算出手段と、前記電力比算出
- 25      手段によって算出した前記シンボル毎の信号対干渉電力比に基づいて、前記各アンテナの受信信号の合成比を算出する合成比算出手段と、前記干渉電力算出手段によって算出した前記シンボル毎の干渉電力と、前記合成比算出手段によ

って算出した各受信信号の合成比とに基づいて、前記各サブキャリアのシンボルを復号する復号手段と、を具備する

- 本発明のさらに他の形態によれば、OFDM受信方法は、複数のセルから送信された周波数ホッピングOFDM信号を受信するOFDM受信方法において、前記周波数ホッピングOFDM信号の各サブキャリアからパイロット信号を抽出する抽出ステップと、前記抽出したパイロット信号から干渉部分電力と非干渉部分電力を算出し、該干渉部分電力と非干渉部分電力に基づいてシンボル毎の干渉電力を算出する干渉電力算出ステップと、前記算出したシンボル毎の干渉電力に基づいて、前記各サブキャリアのシンボルを復号する復号ステップと、を有する。

- 本発明のさらに他の形態によれば、OFDM受信方法は、複数のセルから送信された周波数ホッピングOFDM信号を複数のアンテナによりダイバーシチ受信するOFDM受信方法において、前記各アンテナから受信した各周波数ホッピングOFDM信号のサブキャリアからパイロット信号を抽出する抽出ステップと、前記抽出したパイロット信号毎に干渉部分電力と非干渉部分電力を算出し、該干渉部分電力と非干渉部分電力に基づいてシンボル毎の干渉電力を算出する干渉電力算出ステップと、前記抽出したパイロット信号毎に信号対干渉電力比を算出する電力比算出ステップと、前記算出した前記シンボル毎の信号対干渉電力比に基づいて、前記各アンテナの受信信号の合成比を算出する合成比算出ステップと、前記算出した前記シンボル毎の干渉電力と、前記算出した各受信信号の合成比とに基づいて、前記各サブキャリアのシンボルを復号する復号ステップと、を有する。

#### 図面の簡単な説明

- 図1は、従来のLLR値の算出モデルを示す図、  
図2は、従来の雑音が大きいたきのLLR値の算出モデルを示す図、  
図3は、本発明の実施の形態1に係る送信装置の構成を示すブロック図、

図4は、本発明の実施の形態1に係るサブキャリアのマッピング結果を示す2次元マップの模式図、

図5は、本発明の実施の形態1に係るインターリーブ後のサブキャリアのマッピング状態を示す2次元マップの模式図

5 図6は、本発明の実施の形態1に係る受信装置の構成を示すブロック図、

図7は、本発明の実施の形態1に係る自セルと他セルにおけるサブキャリアの割り当て例を示す図、

図8は、本発明の実施の形態1に係る自セルの干渉状態の一例を示す図、

10 図9は、本発明の実施の形態2に係る受信装置の構成を示すブロック図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施の形態について、添付図面を参照して詳細に説明する。  
なお、本発明は、この実施の形態に何ら限定されるものではなく、その要旨を  
15 逸脱しない範囲において、種々の形態で実施することができる。

本発明の骨子は、シンボル毎に干渉電力の影響を反映させてLLRを正しく算出して、周波数ホッピングOFDM環境においてターボ符号化の効果を十分に発揮させることである。

(実施の形態1)

20 図3は、本発明の実施の形態に係る周波数ホッピングOFDM方式対応の送信装置の構成を示すブロック図、図6は、ユーザ1に関する本実施の形態に係る周波数ホッピングOFDM方式対応の受信装置の構成を示すブロック図である。

送信装置100は、ターボ符号化部101-1、101-2、変調部102-1、102-2、サブキャリアマッピング部103-1、103-2、多重器104、周波数インターリーブ部105、シリアルパラレル(S/P)変換部106、逆高速フーリエ変換(IFFT)部107、ガードインターバル(G

I) 挿入部 108、無線処理部 109 及びアンテナ 110 とから主に構成される。

ターボ符号化部 101-1, 101-2 は、ユーザ 1, ユーザ 2 の各送信データをターボ符号化処理してターボ符号信号をそれぞれ変調部 102-1, 102-2 に出力する。

変調部 102-1, 102-2 は、各々異なる符号変調機能を有し、例えば、QAM 系として 16 QAM (Quad Amplitude Modulation), 64 QAM、また、PSK 系として BPSK (Binary Phase Shift Keying), QPSK (Quad Phase Shift Keying), 8 PSK, などといった変調方式を採用する。

10 変調部 102-1, 102-2 は、ターボ符号化部 101-1, 101-2 からそれぞれ入力されたターボ符号信号を、それぞれ異なる変調方式で符号変調処理して変調信号をサブキャリアマッピング部 103-1, 103-2 に出力する。

15 サブキャリアマッピング部 103-1, 103-2 は、予めマッピングされた複数のサブキャリアのホッピングパターンに従って、変調部 102-1, 102-2 から入力された各変調信号にサブキャリアを割り当ててサブキャリア化し、そのサブキャリア信号をそれぞれ多重器 104 に出力する。

多重器 104 は、サブキャリアマッピング部 103-1, 103-2 からそれぞれ入力されたサブキャリア信号間に、外部から入力されるパイロット系列の情報を挿入したシリアル信号に多重化して周波数インターリーブ部 105 に出力する。

周波数インターリーブ部 105 は、多重器 104 から入力されたシリアル信号に含まれる複数のデータ系列の配列方向が交錯するように読み出してインターリーブ信号として S/P 変換部 106 に出力する。

25 S/P 変換部 106 は、周波数インターリーブ部 105 から入力されたインターリーブ信号を複数のデータ系列信号に並列化して IFFT 部 107 に出力する。



IFFT部107は、S/P変換部106から入力された複数のデータ系列信号の各サブキャリア成分を逆高速フーリエ変換して時間領域に変換して時間波形信号をGI挿入部108に出力する。

GI挿入部108は、IFFT部107から入力された時間波形信号に、遅延に対する特性を改善するガードインターバルを挿入して無線処理部109に出力する。

無線処理部109は、GI挿入部108から入力された時間波形信号をRF帯にアップコンバージョンしてアンテナ110からOFDM信号を送信する。

この送信装置100では、ユーザ1, 2のユーザ数2に対応して送信データの処理が実行され、各送信データに対して符号化及び変調が行われ、その各変調信号がサブキャリアにマッピング（周波数割り当て）がなされるとともに、パイロット系列もマッピングされる。

このユーザ1, 2データ及びパイロットデータに対するサブキャリアのマッピング結果を図4に2次元マップの模式図として示す。なお、パイロット系列信号も変調されている。

そして、複数のサブキャリア信号は多重化された後、その多重化信号を基に更に周波数インターリーブ処理がなされる。このインターリーブ後のサブキャリアのマッピング状態を図5に2次元マップの模式図として示す。

また、図6に示す受信装置200は、アンテナ201、無線処理部202、ガードインターバル（GI）除去部203、高速フーリエ変換（FFT）部204、周波数デインターリーブ部205、チャネル分離部206、復調部207、干渉電力算出部208及びターボ復号化部209とから主に構成される。

無線処理部202は、アンテナ201からOFDM信号を受信してGI除去部203に出力する。

GI除去部203は、無線処理部202から入力されたOFDM信号からガードインターバルを除去してFFT部204に出力する。

FFT部204は、GI除去部203から入力されたガードインターバル除

去後のOFDM信号を高速フーリエ変換（FFT）して時間領域から周波数領域に変換する。このFFT部204により複数のサブキャリアにより伝送されたデータ系列信号が取り出されて、周波数デインターリーブ部205に出力される。

- 5 周波数デインターリーブ部205は、FFT部204から入力された複数のデータ系列信号を、送信装置100においてインターリーブされる際の逆の配列方向で読み出して、元のシリアル配置のデータ系列を含むシリアル信号に戻してチャンネル分離部206に出力する。

- チャンネル分離部206は、周波数デインターリーブ部205から入力された  
10 複数のサブキャリア信号を含むシリアル信号を、各サブキャリア信号に分離してユーザ1信号に関して復調部207と干渉電力算出部208に出力する。

復調部207は、チャンネル分離部206から入力された各サブキャリア信号をそれぞれ復調してターボ復号化部209に出力する。

- 干渉電力算出部208は、チャンネル分離部206から入力された各サブキャ  
15 リア信号に対する干渉信号の影響を判定するため、送信装置100において適用された変調方式（QAM方式又はPSK方式）に応じて、シンボル毎に干渉電力を計算し、その計算した干渉電力値をターボ復号化部209に出力する。

- ターボ復号化部209は、干渉電力算出部208から入力されたシンボル毎  
20 の干渉電力値に基づいて、復調部207から入力された各サブキャリア信号のシンボルのLLR値を算出する。

本実施の形態では、ターボ復号化部209がターボ復号処理する際のLLRの計算において、 $\sigma^2$ の値をシンボル毎に変更するために、干渉電力算出部208は、シンボル毎に干渉電力をターボ復号化部209に報告する必要がある。

- 以下、受信装置200内の干渉電力算出部208における干渉電力計算方法  
25 について説明する。

例えば、全ての信号がQPSK方式で変調されて通信が行われていたとすると、干渉を受けたパイロット部分の電力と、干渉を受けていないパイロット部

分の電力とを測定することにより、干渉電力を計算することができる。

説明を簡単にするために、セル間同期システムにおいて2セルだけの環境を想定し、それぞれのセルにユーザが存在する環境において、自セル（ユーザ1）と他セル（ユーザ2又はパイロット）におけるサブキャリアの割り当て例を図7に示す。

この図7では、周波数方向はコヒーレント帯域内にあり、自セルからの信号電力も他セルからの信号電力もこの中では変化がないと仮定する。

また、このとき、自セルのユーザ1とパイロットが干渉を受けているか否かの干渉状態の一例を図8に示す。図8において、0は干渉を受けていないことを示し、1は隣接セルからの干渉を受けていることを示す。

以上のような環境において、パイロット部分で干渉を受けている電力部分と、データ部分で干渉を受けている電力部分の平均受信電力を計算すると、以下の計算方法で算出することができる。

干渉を受けている部分の平均電力＝信号電力＋干渉電力＋雑音電力

また、パイロット部分で干渉を受けていない電力部分とデータ部分で干渉を受けていない電力部分を計算すると、以下の計算方法で算出することができる。

干渉を受けていない部分の平均電力＝信号電力＋雑音電力

以上の干渉を受けている電力部分の平均受信電力を計算と、干渉を受けていない部分の平均電力の計算とにより干渉電力は以下の計算方法で算出することができる。

干渉電力＝干渉を受けていない部分の平均電力＋干渉を受けている部分の平均電力

したがって、干渉電力算出部208は、上記計算式により各シンボルの干渉電力値を計算し、その計算した干渉電力値をターボ復号化部209に通知する。

ターボ復号化部209では、干渉電力算出部208から通知された干渉電力値に基づいて、ターボ復号のLLRの計算に用いる $\sigma^2$ を、以下の計算方法で算出する。

$$\sigma^2 = \text{熱雑音} + \text{干渉電力}$$

したがって、ターボ復号化部209では、この計算式に示したとおり、干渉電力算出部208から通知されるシンボル毎の干渉電力値に基づいて、 $\sigma^2$ をシンボル毎に変更することができる。

- 5      このように、本実施の形態の受信装置200によれば、シンボル毎に干渉電力の影響を反映させてLLRを正しく算出することができ、周波数ホッピングOFDM環境においてターボ符号化の効果を十分に発揮させることができる。  
(実施の形態2)

- 実施の形態1では、シンボル毎に算出した干渉電力値により $\sigma^2$ をシンボル  
10 毎に変更してLLRを算出したが、本実施の形態では、シンボル毎に異なる干渉電力に応じて算出した重み係数によりシンボル毎に $\sigma^2$ をシンボル毎に変更してLLRを算出する。

- 本実施の形態では、図3に示した送信装置100から送信されるOFDM信号を、図9に示す2つのアンテナでダイバーシチ受信を行う受信装置300に  
15 おいて受信する場合を説明する。

- 受信装置300は、アンテナ301、302、無線処理部303、304、ガードインターバル(GI)除去部305、306、高速フーリエ変換(FFT)部307、308、周波数デインターリーブ部309、310、チャンネル分離部311、312、干渉電力算出部313、314、SINR算出部31  
20 5、316、MRC合成部317、復調部318及びターボ復号化部319とから主に構成される。

- 受信装置300において、アンテナ301、302、無線処理部303、304、ガードインターバル(GI)除去部305、306、高速フーリエ変換(FFT)部307、308、周波数デインターリーブ部309、310及び  
25 チャンネル分離部311、312の各構成は、図4に示した受信装置200のアンテナ201、無線処理部202、ガードインターバル(GI)除去部203、高速フーリエ変換(FFT)部204、周波数デインターリーブ部205及び

チャンネル分離部206と同一の構成を2系統設けたものであるため、これらの構成説明は省略する。

干渉電力算出部313, 314は、チャンネル分離部311, 312から入力された各サブキャリア信号に対する干渉信号の影響を判定するため、送信装置  
5 100において適用された変調方式（QAM方式又はPSK方式）に応じて、シンボル毎に干渉電力を上記干渉電力算出部208と同様の計算方法で計算し、その計算した干渉電力値をMRC合成部317に出力する。

SINR（信号対干渉電力比）算出部315, 316は、チャンネル分離部311, 312から入力された各サブキャリア信号に対するSINRを計算し、  
10 その計算したSINR値をターボ復号部319に出力する。

アンテナ301及びアンテナ302では、それぞれ受信信号に含まれる干渉電力の大きさは異なるものと考えられるため、SINR算出部315, 316では、以下に示す計算方法によりSINRを算出する。

まず、SINR算出部315, 316は、以下の計算式を用いて信号電力(S)  
15 を算出する。

信号電力(S) = 干渉を受けていない平均電力 - 熱雑音

次に、SINR算出部315, 316は、計算した信号電力(S)を用いて以下の計算式でSINRを算出する。

$$SINR = \text{信号電力} / (\text{干渉電力} + \text{熱雑音})$$

20 そして、SINR算出部315, 316は、算出した各SINRをターボ復号化部319に出力する。

MRC (Maximum Ratio Combining) 合成部317は、各アンテナ301, 302から受信されてチャンネル分離部311, 312により分離されて入力された各サブキャリア信号を合成する際の各合成比を決定する重み係数W<sub>1</sub>,  
25 W<sub>2</sub>を、SINR算出部315, 316から入力されたアンテナ301, 302の各SINR値を用いて以下の計算方法により算出する。

なお、以下の計算では、SINR算出部315, 316から算出されたアン

テナ 301, 302 の各 SINR の大きさを SINR<sub>1</sub>, SINR<sub>2</sub> (実数値) として W<sub>1</sub>, W<sub>2</sub> を算出する。

$$W_1 = \text{SINR}_1 / (\text{SINR}_1 + \text{SINR}_2) \quad (\text{実数})$$

$$W_2 = \text{SINR}_2 / (\text{SINR}_1 + \text{SINR}_2) \quad (\text{実数})$$

- 5     実際には、干渉が有るセルと、干渉が無いセルが存在するため、その干渉の有無によって W の大きさは変化する (干渉と信号の大きさは、注目しているコヒーレント時間内、コヒーレント帯域では同じと仮定している)。

そして、MRC 合成部 317 は、算出した W<sub>1</sub>, W<sub>2</sub> を用いて、チャンネル分離部 311, 312 から入力された各サブキャリア信号を合成し、その合成サブ

- 10    キャリア信号を復調部 318 に出力する。

復調部 318 は、MRC 合成部 317 から入力された合成サブキャリア信号を復調してターボ復号化部 319 に出力する。

ターボ復号化部 319 は、干渉電力算出部 313, 314 から入力されたシンボル毎の各干渉電力値に基づいて、復調部 318 から入力された合成サブ

- 15    キャリア信号のシンボルの LLR 値を算出する。

ターボ復号化部 319 では、干渉電力算出部 313, 314 から入力された各干渉電力値に基づいて、ターボ復号の LLR の計算に用いる  $\sigma^2$  を、以下の計算方法で算出する。

ここで、アンテナ 301, 302 における干渉電力の大きさを I<sub>1</sub>, I<sub>2</sub>、  
20    熱雑音を等しいと考えて、この熱雑音電力が N であるものとする、LLR の計算に用いる  $\sigma^2$  は、以下のような計算をシンボル毎に行う。

$$\sigma^2 = W_1 (I_1 + N) + W_2 (I_2 + N)$$

- したがって、ターボ復号化部 319 では、この計算式に示したとおり、干渉電力算出部 313, 314 からそれぞれ通知されるシンボル毎の干渉電力値に  
25    基づいて、 $\sigma^2$  をシンボル毎に変更することができるとともに、 $\sigma^2$  の算出時にダイバーシチ受信の重み係数を反映することができる。

このように、本実施の形態の受信装置 300 によれば、ダイバーシチ受信し

たシンボル毎に干渉電力の影響を反映させてLLRを正しく算出することができ、周波数ホッピングOFDM環境のダイバーシチ受信においてもターボ符号化の効果を十分に発揮させることができる。

- なお、本実施の形態では、MRCを例示して説明したが、干渉除去等の重み付け計算を行う際には、 $\sigma^2$  の計算において上記のような換算が必要となる。

本明細書は、2003年3月28日出願の特願2003-091748に基づく。この内容はすべてここに含めておく。

#### 産業上の利用可能性

- 10 シンボル毎に干渉電力の影響を反映させてLLRを正しく算出することができ、周波数ホッピングOFDM環境においてターボ符号化の効果を十分に発揮させることができる。

## 請求の範囲

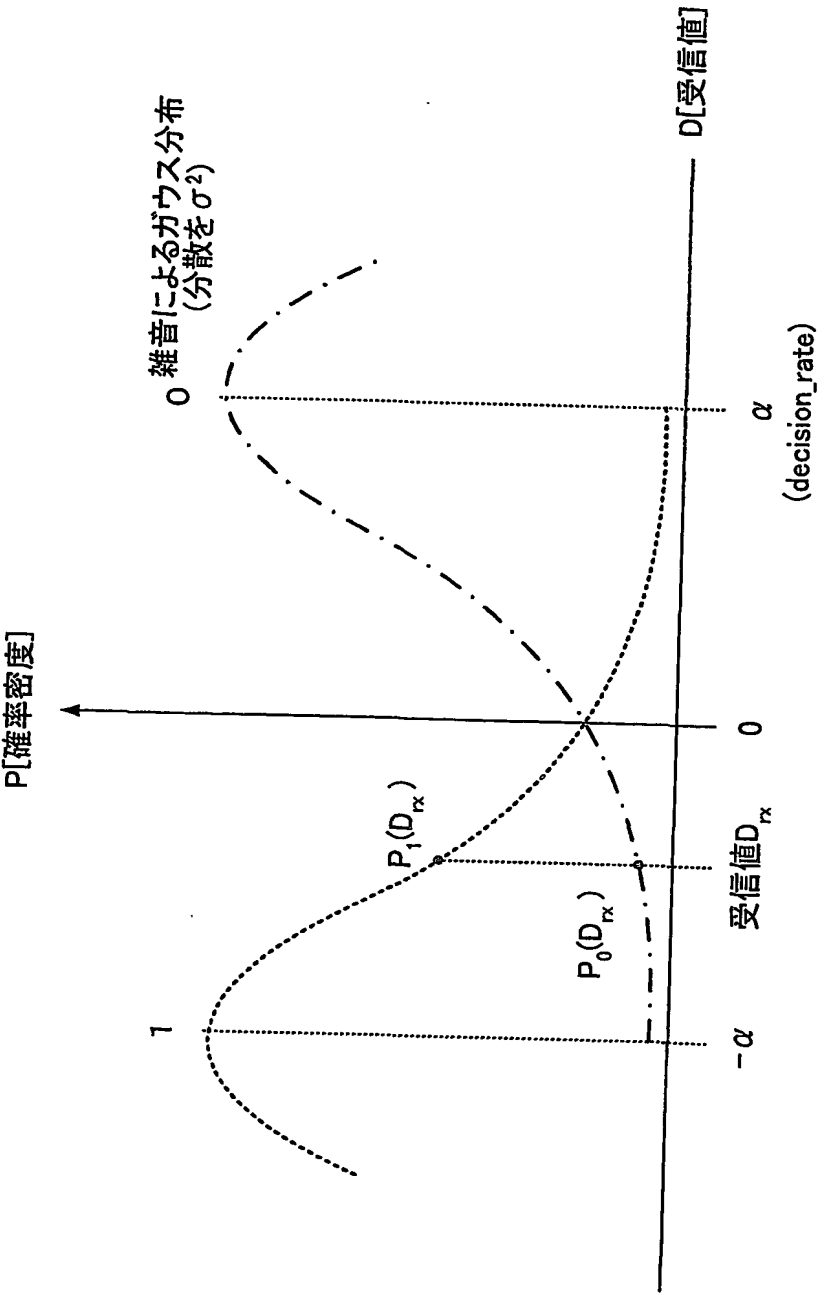
1. 複数のセルから送信された周波数ホッピングOFDM信号を受信するOFDM受信装置において、前記周波数ホッピングOFDM信号の各サブキャリアからパイロット信号を抽出する抽出手段と、前記抽出手段によって抽出したパイロット信号から干渉部分電力と非干渉部分電力を算出し、該干渉部分電力と非干渉部分電力に基づいてシンボル毎の干渉電力を算出する干渉電力算出手段と、前記干渉電力算出手段によって算出したシンボル毎の干渉電力に基づいて、前記各サブキャリアのシンボルを復号する復号手段と、を具備することを特徴とするOFDM受信装置。
2. 前記復号手段は、前記シンボル毎の干渉電力に基づいて前記復号に用いる分散値を算出し、該分散値を用いて前記各サブキャリアのシンボルを復号することを特徴とする請求の範囲1記載のOFDM受信装置。
3. 複数のセルから送信された周波数ホッピングOFDM信号を複数のアンテナによりダイバーシチ受信するOFDM受信装置において、前記各アンテナから受信した各周波数ホッピングOFDM信号のサブキャリアからパイロット信号を抽出する抽出手段と、前記抽出手段によって抽出したパイロット信号毎に干渉部分電力と非干渉部分電力を算出し、該干渉部分電力と非干渉部分電力に基づいてシンボル毎の干渉電力を算出する干渉電力算出手段と、前記抽出手段によって抽出したパイロット信号毎に信号対干渉電力比を算出する電力比算出手段と、前記電力比算出手段によって算出した前記シンボル毎の信号対干渉電力比に基づいて、前記各アンテナの受信信号の合成比を算出する合成比算出手段と、前記干渉電力算出手段によって算出した前記シンボル毎の干渉電力と、前記合成比算出手段によって算出した各受信信号の合成比とに基づいて、前記各サブキャリアのシンボルを復号する復号手段と、を具備することを特徴とするOFDM受信装置。
4. 前記合成比算出手段は、前記シンボル毎の信号対干渉電力比に基づいて、前記各アンテナの受信信号の合成比を決定する重み値を算出し、前記復号手段は、前記シンボル毎の干渉電力と、前記合成比算出手段によって算出した各受



信信号の合成比を決定する重み値と、に基づいて前記復号に用いる分散値を算出し、該分散値を用いて前記各サブキャリアのシンボルを復号することを特徴とする請求の範囲3記載のOFDM受信装置。

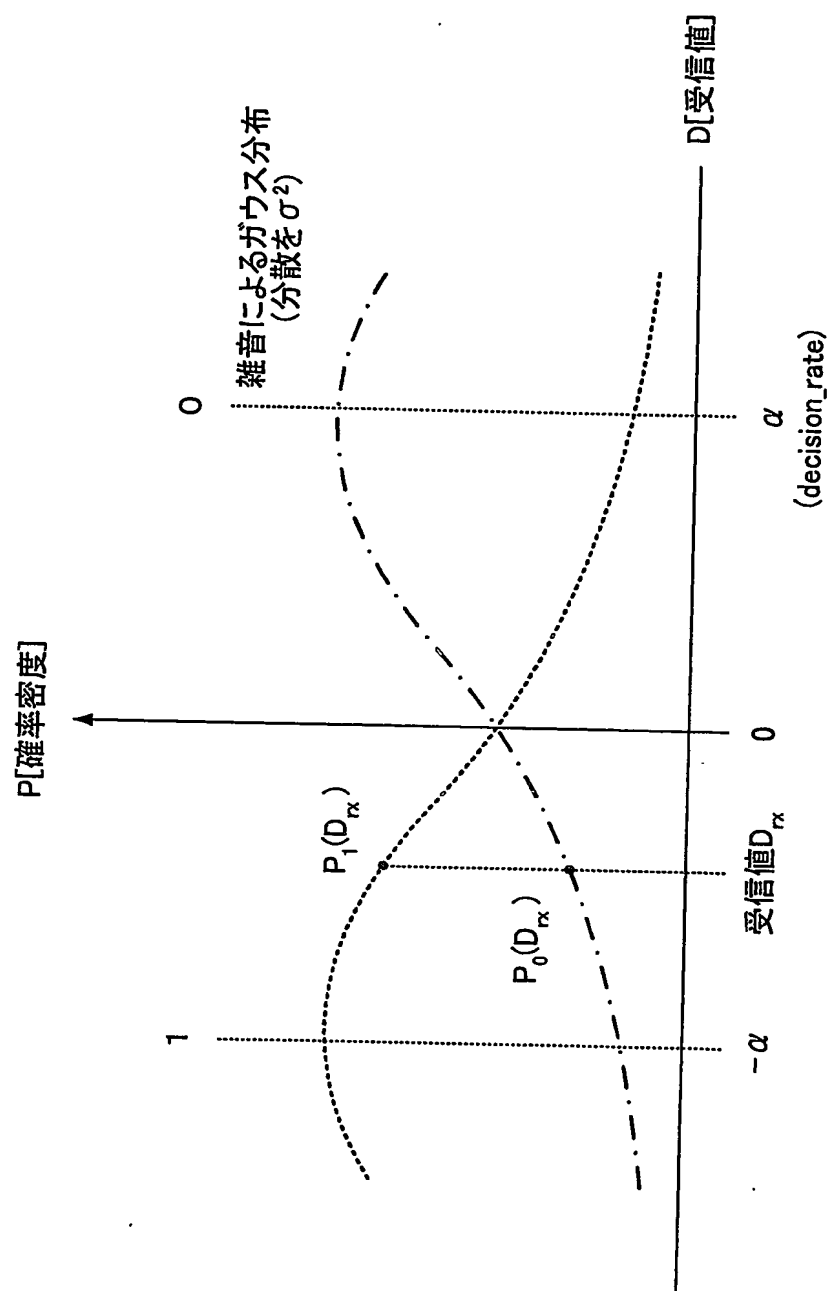
5. 複数のセルから送信された周波数ホッピングOFDM信号を受信するOFDM受信方法において、前記周波数ホッピングOFDM信号の各サブキャリアからパイロット信号を抽出する抽出ステップと、前記抽出したパイロット信号から干渉部分電力と非干渉部分電力を算出し、該干渉部分電力と非干渉部分電力に基づいてシンボル毎の干渉電力を算出する干渉電力算出ステップと、前記算出したシンボル毎の干渉電力に基づいて、前記各サブキャリアのシンボルを復号する復号ステップと、を有することを特徴とするOFDM受信方法。

6. 複数のセルから送信された周波数ホッピングOFDM信号を複数のアンテナによりダイバーシチ受信するOFDM受信方法において、前記各アンテナから受信した各周波数ホッピングOFDM信号のサブキャリアからパイロット信号を抽出する抽出ステップと、前記抽出したパイロット信号毎に干渉部分電力と非干渉部分電力を算出し、該干渉部分電力と非干渉部分電力に基づいてシンボル毎の干渉電力を算出する干渉電力算出ステップと、前記抽出したパイロット信号毎に信号対干渉電力比を算出する電力比算出ステップと、前記算出した前記シンボル毎の信号対干渉電力比に基づいて、前記各アンテナの受信信号の合成比を算出する合成比算出ステップと、前記算出した前記シンボル毎の干渉電力と、前記算出した各受信信号の合成比とに基づいて、前記各サブキャリアのシンボルを復号する復号ステップと、を有することを特徴とするOFDM受信方法。



判定軸

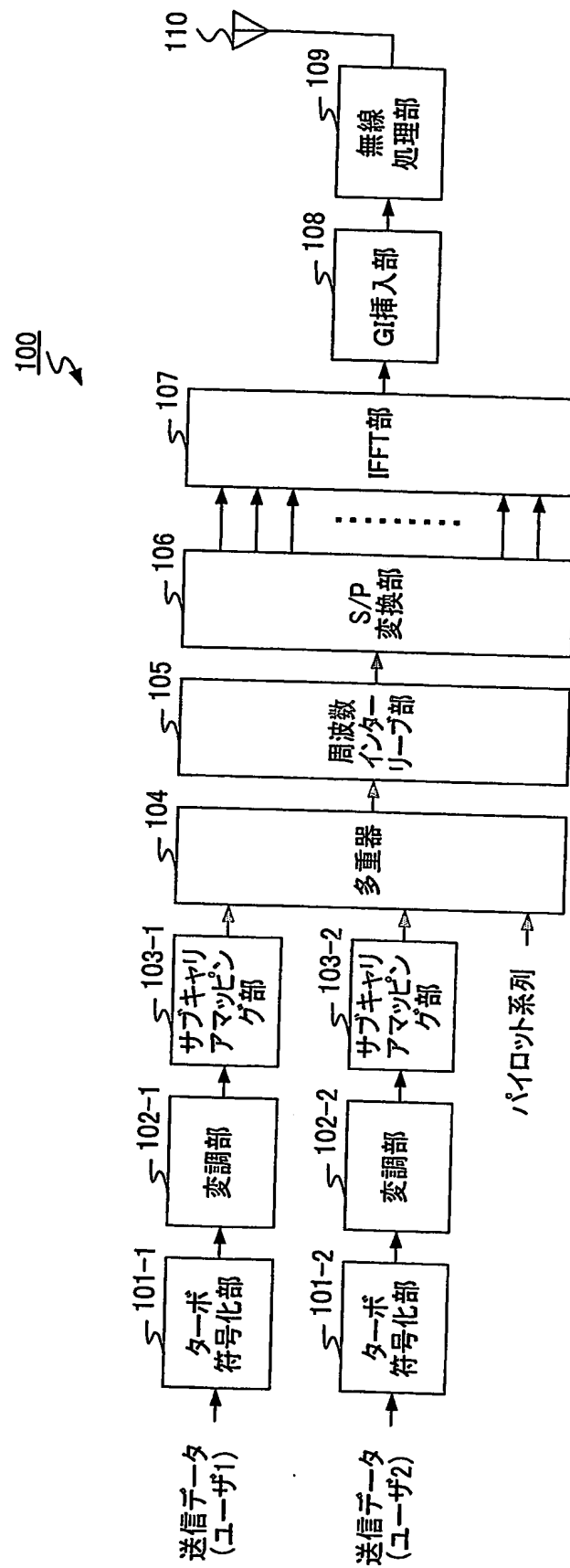
図 1



判定軸

2





4/9

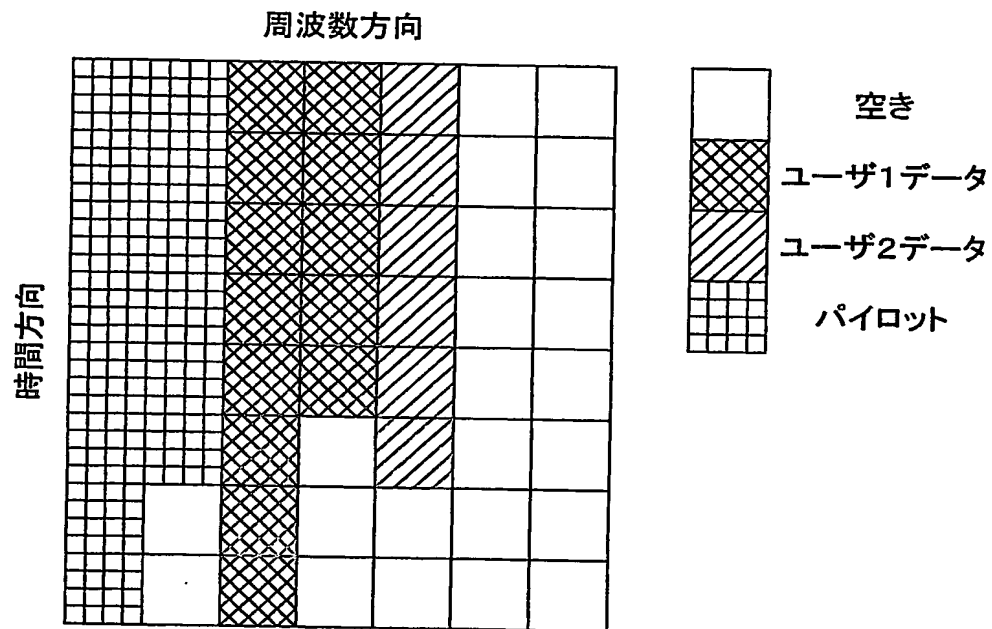


図 4

5/9

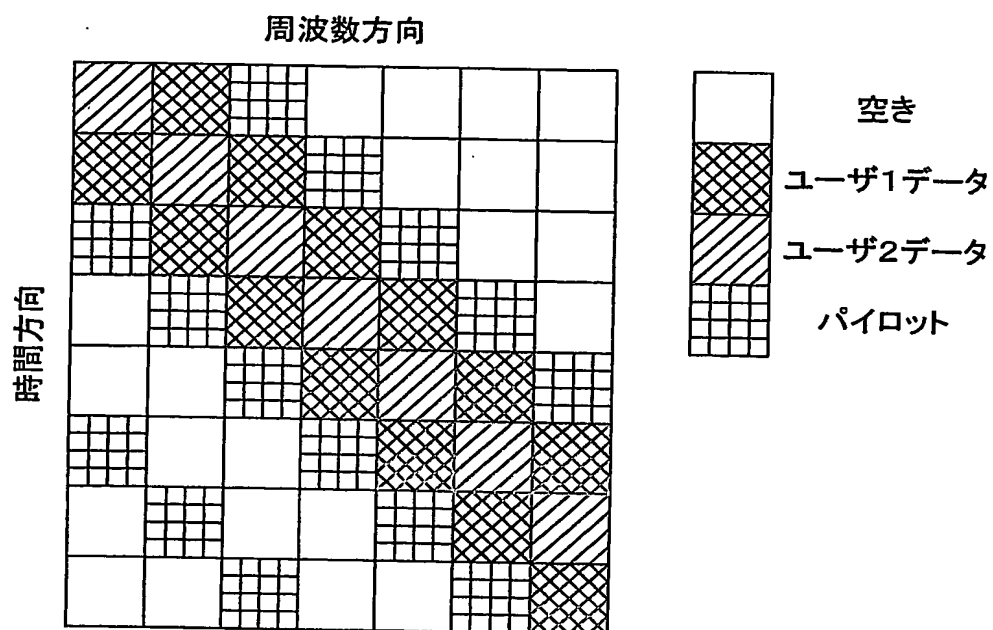


図 5

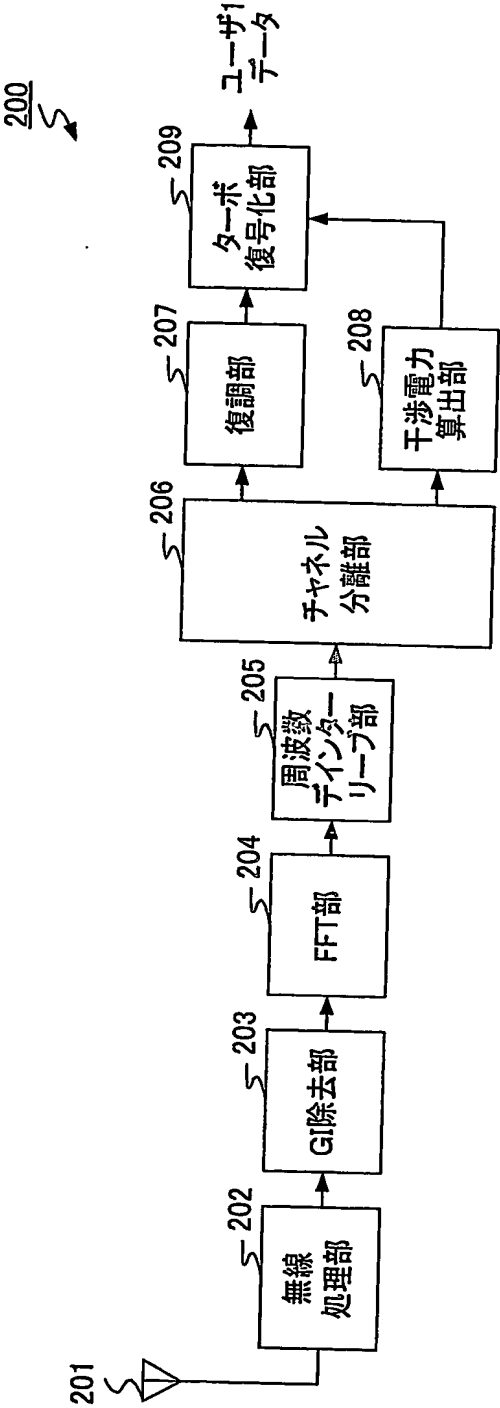


図 6

7/9

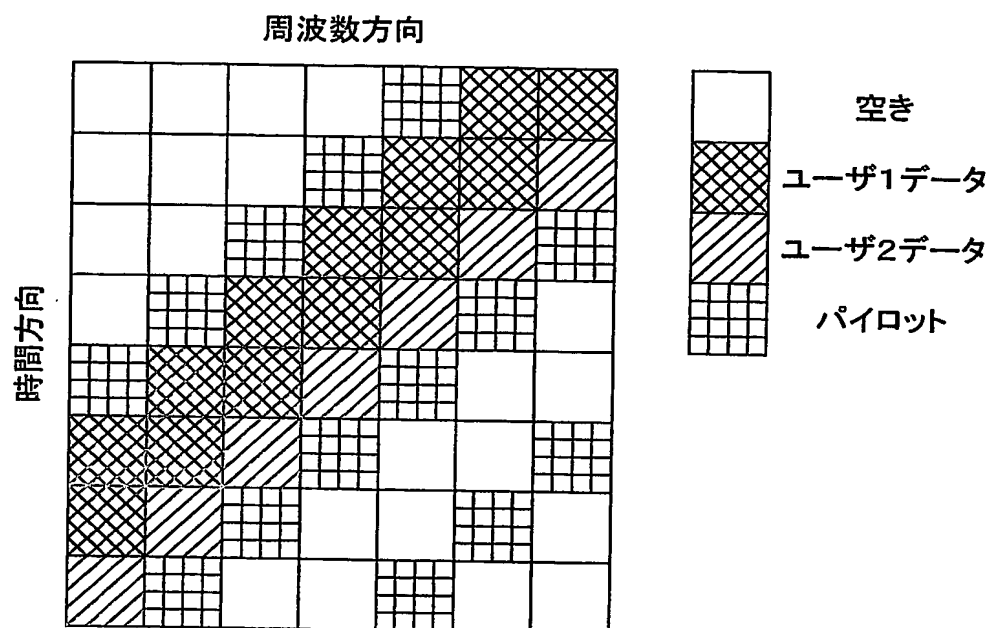


図 7



8/9

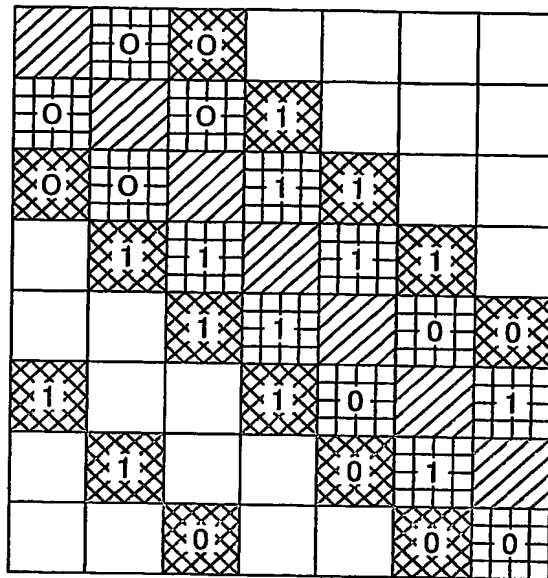


図 8

9/9

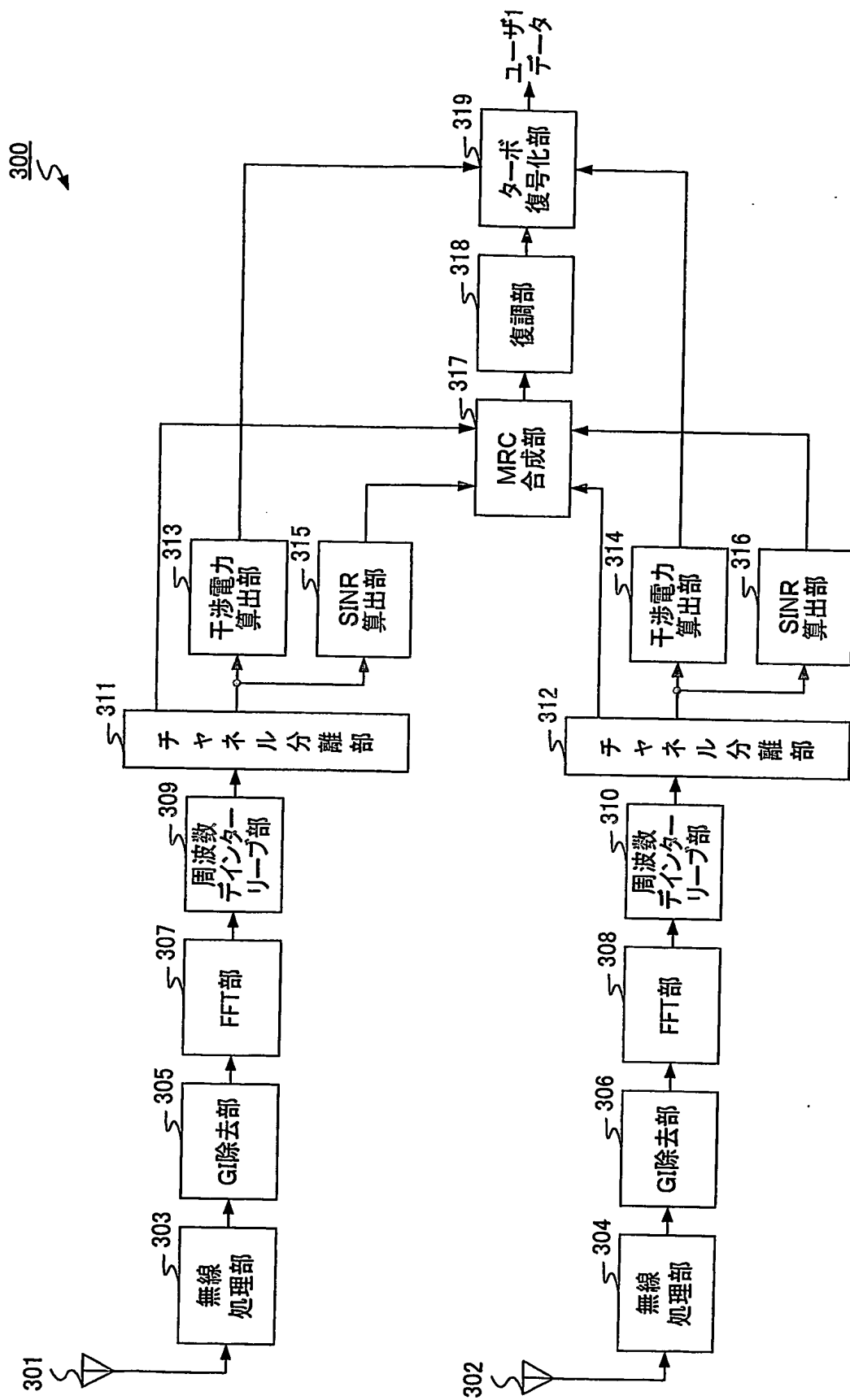


図 9

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/004402

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int.Cl<sup>7</sup> H04J11/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int.Cl<sup>7</sup> H04J11/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 11-289578 A (Lucent Technologies Inc.), 19 October, 1999 (19.10.99), Full text; all drawings & EP 0929202 A1 & AU 9910006 A & CN 1226795 A & CA 2254643 A1 & JP 3007626 B2 & BR 9805810 A & AU 720980 B & KR 99067716 A	1-6
A	JP 2001-358694 A (Lucent Technologies Inc.), 26 December, 2001 (26.12.01), Full text; all drawings & EP 1148673 A2 & AU 200135175 A & BR 200101426 A & CA 2338471 A1 & CN 1318916 A & KR 2001098657 A	1-6

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
02 August, 2004 (02.08.04)

Date of mailing of the international search report  
17 August, 2004 (17.08.04)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/004402

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2001-358695 A (Lucent Technologies Inc.), 26 December, 2001 (26.12.01), Full text; all drawings & EP 1148674 A2 & AU 200135177 A & CA 2339515 A1 & BR 200101459 A & CN 1318953 A & KR 2001098569 A	1-6
A	JP 11-355240 A (Nippon Hoso Kyokai), 24 December, 1999 (24.12.99), Full text; all drawings (Family: none)	1-6
A	JP 2000-036801 A (NEC Corp.), 02 February, 2000 (02.02.00), Par. Nos. [0023] to [0027]; Fig. 2 & EP 0975101 A2 & US 6151372 A	1-6
A	JP 2001-345780 A (Sony Corp.), 14 December, 2001 (14.12.01), Full text; all drawings (Family: none)	1-6
A	JP 11-205208 A (Toshiba Corp.), 30 July, 1999 (30.07.99), Full text; all drawings & US 6512738 B1	1-6
A	JP 06-343066 A (Nippon Telegraph And Telephone Corp.), 13 December, 1994 (13.12.94), Par. Nos. [0014], [0015] (Family: none)	1-6

## 国際調査報告

国際出願番号 PCT/J P 2004/004402

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))  
Int. Cl<sup>7</sup> H04J11/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))  
Int. Cl<sup>7</sup> H04J11/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926年-1996年  
日本国公開実用新案公報 1971年-2004年  
日本国登録実用新案公報 1994年-2004年  
日本国実用新案登録公報 1996年-2004年

国際調査で使用了電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 11-289578 A (ルセント テクノロジーズ インコーポレイテッド), 1999. 10. 19 全文, 全図 & EP 0929202 A1, & AU 9910006 A & CN 1226795 A, & CA 2254643 A1 & JP 3007626 B2, & BR 9805810 A & AU 720980 B, & KR 99067716 A	1-6

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

\* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

02. 08. 2004

国際調査報告の発送日

17. 8. 2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

高野 洋

5 K

9647

電話番号 03-3581-1101 内線 3556

C (続き). 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 2001-358694 A (ルセント テクノロジーズ インコーポレイ テッド), 2001. 12. 26 全文, 全図 &EP 1148673 A2, &AU 200135175 A &BR 200101426 A, &CA 2338471 A1 &CN 1318916 A, &KR 2001098657 A	1-6
A	JP 2001-358695 A (ルセント テクノロジーズ インコーポレイ テッド), 2001. 12. 26 全文, 全図 &EP 1148674 A2, &AU 200135177 A &CA 2339515 A1, &BR 200101459 A &CN 1318953 A, &KR 2001098569 A	1-6
A	JP 11-355240 A (日本放送協会), 1999. 12. 24 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 2000-036801 A (日本電気株式会社), 2000. 02. 02 第0023段落から第0027段落, 第2図 &EP 0975101 A2, &US 6151372 A	1-6
A	JP 2001-345780 A (ソニー株式会社), 2001. 12. 14 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 11-205208 A (株式会社東芝), 1999. 07. 30 全文, 全図 &US 6512738 B1	1-6
A	JP 06-343066 A (日本電信電話株式会社), 1994. 12. 13 第0014段落, 第0015段落 (ファミリーなし)	1-6